

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання самостійної та практичної роботи
“Оцінка хімічної обстановки”
з курсу “Цивільний захист”
для студентів усіх форм навчання,
усіх факультетів,
усіх спеціальностей

Харків 2014

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання самостійної та практичної роботи
“Оцінка хімічної обстановки”
з курсу “Цивільний захист”
для студентів усіх форм навчання,
усіх факультетів,
усіх спеціальностей

Затвержено

редакційно-видавничою радою
університету

Протокол № 2 від 12.12.2014 р.

Харків
НТУ “ХПІ”

2014

Методичні вказівки до виконання самостійної та практичної роботи
“Оцінка хімічної обстановки” з курсу “Цивільний захист” для студентів усіх
форм навчання, усіх факультетів, усіх спеціальностей / Уклад. Бахарєва Г. Ю.,
Семенов Є. О., Донський Д. Л. – Х.: НТУ “ХП”, 2014. – 16 с.

Укладачі: Г. Ю. Бахарєва

Є. О. Семенов

Д. Л. Донський

Рецензент: І. В. Гуренко

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

ВСТУП

Відповідно до Міжнародного реєстру в промисловості, сільському господарстві і побуті використовується близько 6 млн. т токсичних речовин, 60 тис. з яких виробляються у великих кількостях, у тому числі понад 500 речовин, які належать до групи сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) – найбільш токсичні для людей.

До хімічно небезпечних об'єктів (підприємств) належать:

1. Заводи і комбінати хімічних галузей промисловості, а також окремі установки й агрегати, які виробляють або використовують СДОР;
2. Заводи (або їх комплекси) з переробки нафтопродуктів;
3. Виробництва інших галузей промисловості, які використовують СДОР;
4. Підприємства, які мають на оснащені холодильні установки, водонапірні станції та очисні споруди, які використовують хлор або аміак;
5. Залізничні станції та порти, де концентрується продукція хімічних виробництв, термінали та склади на кінцевих пунктах переміщення СДОР;
6. Транспортні засоби, контейнери та наливні поїзди, автоцистерни, річкові та морські танкери, що перевозять хімічні продукти;
7. Склади і бази, на яких перебувають запаси речовин для дезінфекції, дератизації сховищ зерна та продуктів переробки;
8. Склади і бази із запасами отрутохімікатів для сільського господарства.

Усього в Україні функціонує 1810 об'єктів господарювання, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності понад 283 тис.

СДОР, у тому числі – 98 тис. т хлору, 178,4 тис т аміаку. В Україні у зонах можливого хімічного забруднення мешкає близько 20 млн. осіб.

За дією на організм людини отруйні речовини (ОР) поділяються на групи:

1. нервово-паралітичні;
2. шкірноаривні;
3. задушливі;
4. загально отруйні;
5. психохімічні;
6. подразнювальні.

Локалізація та ліквідація осередку хімічного ураження – головна складова частина комплексу заходів Цивільного захисту із захисту персоналу та населення при аварії на хімічно небезпечному об'єкті з викидом СДОР. Ці заходи спрямовані на локалізацію місць викиду або розливу хімічно небезпечних речовин, усунення сформованої хмари та припинення розповсюдження її в повітрі, та впливу на населення.

При локалізації осередку зараження головними роботами є ізоляція та знешкодження. Мета ізоляції: якомога швидше припинити дію самого джерела викиду, для цього необхідно за герметизувати технологічне обладнання та перелити СДОР у справну ємність. За рахунок чітких і вмілих дій вдається значно знизити просторово-часові масштаби аварії та її наслідки.

Далі йде процес знезараження (мається на увазі розклад, видалення або зниження до допустимого рівня вмісту ОР на зараженій місцевості, техніці, засобах захисту, у повітрі, воді).

У загальній системі засобів та способів екстреної локалізації при знешкодженні головним є зменшити швидкість надходження хімічно шкідливих речовин в атмосферу з ділянок їх розлиття та не допустити подальшого розповсюдження хмари зараженого повітря. Досягається це шляхом екранування, видалення, структурування, охолодження, обвалування та прибирання.

Розрахункова частина

Завдання. Виконати оцінку хімічної обстановки на об'єкті, що склалася після руйнування ємності зі ЗДОР відповідно до варіанта, поданого в табл. 1.

Вихідні дані. Оцінити хімічну обстановку на території об'єкта, що утворилася від руйнування ємності, яка містить $Q_0 = ______ \text{ т СДОР}$ на залізничній станції “Сортувальна” на відстані $X = ______ \text{ км}$. Метеоумови: швидкість вітру $V = ______ \text{ м/с}$, температура повітря $______ \text{ }^\circ\text{C}$. Середня вертикальна стійкість повітря “ $______$ ”. Люди протигазами не забезпечені, час після аварії – 2 години.

Таблиця 1 – Вихідні дані для оцінки хімічної обстановки на об'єкті

Показник	Варіанти								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вибух ємності	Із хлором								
Маса СДОР, Q_0 , т	30	40	40	50	50	60	60	80	80
Швидкість вітру, V , м/с	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Температура повітря, $^\circ\text{C}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Відстань, X , км	6	6	6	7	6	7	6	5	6
Середня вертикальна стійкість повітря	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Із”	“Ін”
Показник	Варіанти								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Вибух ємності	Із хлором			Із аміаком			Із фосгеном		
Маса СДОР, Q_0 , т	120	100	100	100	150	150	60	80	120
Швидкість вітру, V , м/с	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Температура повітря, $^\circ\text{C}$	0	0	0	0	0	0	20	20	20
Відстань, X , км	6	10	6	4	6	6	6	6	6
Середня вертикальна стійкість повітря	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”

Примітка. “Ін” – інверсія, “Із” – ізотермія.

Формули для розрахунку завдання з оцінки хімічної обстановки після аварії

$$Q_{\text{екв}} = \hat{E}_1 \cdot \hat{E}_3 \cdot \hat{E}_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (1)$$

де $Q_{\text{екв}}$ – еквівалентна кількість СДОР у первинній хмарі, т;

K_1 – коефіцієнт, який залежить від умов зберігання СДОР, визначаємо за табл. 2, для заданої речовини;

Таблиця 2 – Характеристики СДОР та допоміжні коефіцієнти для визначення глибин зони забруднення

Назва СДОР	Щільність СДОР, т/м ³		Темпе- ратура кипін- ня, °С	Порого- ва токсо- доза, мг хв./л	Значення допоміжних коефіцієнтів					
	Газ	Рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇		
								для –20 °С	для – 0 °С	для 20 °С
Аміак (під тиском)	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,4	0,3/1	0,6/1	1/1
Аміак (ізотерміч- ний)	0,0008	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	1/1	1/1	1/1
Водень ціаністий	0,0008	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0,4	1
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,06	1,0	0/0,	0/0,	1/1
Хлор	0,0035	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,18	1,0	0,3/1	0,6/1	1/1

Примітки.

1. Щільність газоподібних СДОР наведено до атмосферного тиску в ємності, якщо тиск відрізняється від атмосферного, щільність

газоподібних СДОР помножується на тиск.

2. Значення K_7 наведено: чисельник – для первинної, знаменник для вторинної хмари.

K_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порога токсичної дози хлору до порога токсичної дози іншої СДОР, визначається за табл. 2, для іншої заданої речовини;

K_5 – коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря:

інерсія: $K_5=1$;

конвекція: $K_5=0,08$;

ізотермія: $K_5=0,23$;

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря, визначаємо за табл. 2, для визначеної речовини, для первинної хмари;

Q_o – кількість викинутої СДОР під час аварії, т;

$$Q_{\text{екв}} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_o}{h \cdot d}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{екв}}$ – еквівалентна кількість СДОР у вторинній хмарі, т;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР, визначаємо за табл. 2, для заданої речовини;

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, визначимо за табл. 3;

Таблиця 3 – Значення коефіцієнта K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значення K_4	1	1,18	1,3	1,67	2	2,34	2,67	3	3,34	3,67	5,68

K_6 – коефіцієнт, що залежить від часу N , який пройшов після аварії. Він визначається після розрахунку тривалості випаровування СДОР – $T_{\text{вип}}$. Якщо час після аварії не задано, то при визначенні коефіцієнта беруть $N=4$ години:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{якщо } N < 0,05 \\ \dot{O}_{\text{â}}^{0,8} & \text{якщо } N \geq 0,05 \end{cases}$$

$$\dot{O}_{\text{â}} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4}, \quad (3)$$

де $T_{\text{вип}}$ – час випаровування, год.;

h – розлиття, вільно береться при висоті шару СДОР не вище 0,05 м, м (стандартне припущення);

d – щільність СДОР, т/м³, визначаємо за табл. 2 для заданої речовини.

$$\Gamma = \Gamma_2 + 0,5 \cdot \Gamma_1, \quad (4)$$

де Γ – загальна глибина зараження, км;

Γ_2 – найбільша за розмірами глибина зараження, км – це може бути первинна чи вторинна хмара, залежно від розрахунків;

Γ_1 – найменша, за розмірами глибина зараження, км – це може бути первинна чи вторинна хмара, залежно від розрахунків.

$$\Gamma_{\text{п}} = N \cdot V_{\text{пер}}, \quad (5)$$

де $\Gamma_{\text{п}}$ – глибина переносу повітряних мас, км;

N – час після аварії, год.;

$V_{\text{пер}}$ – швидкість переносу фронту зараженого повітря при заданій швидкості вітру та середній вертикальній стійкості повітря, км/год., визначаємо за табл. 4.

Таблиця 4 – швидкість переносу середнього фронту хмари забрудненого повітря залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с			1	2	3	4	5	7
Швидкість переносу забрудненого повітря, км/год	Інверсія		5	10	16	21	-/-	-/-
	Ізотермія		6	12	18	24	29	-/-
	Конвекція		7	14	21	28	-/-	-/-

$$S_{1(2)} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \tilde{A}_{1(2)}^2 \cdot \varphi, \quad (6)$$

де $S_{1(2)}$ – площа зони зараження для первинної/вторинної хмари, км²;

φ – кутові розміри можливого зараження залежно від швидкості вітру, град., визначаємо за табл. 5.

Таблиця 5 – кутові розміри можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	0,5	0,6–1	1,1–2	і більше
φ , град.	360	180	90	45

$$S = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \tilde{A}^2 \cdot \varphi, \quad (7)$$

де S – загальна площа зараження, км^2 ;

$$S_{\phi} = \hat{E}_8 \cdot \tilde{A}^2 \cdot N^{0,2}, \quad (8)$$

де S_{ϕ} – площа фактичного зараження, км^2 ;

K_8 – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря:

інверсія: $K_8 = 0,081$;

ізотермія: $K_8 = 0,133$;

конвекція: $K_8 = 0,235$.

$$t = \frac{X}{V_{\text{іа} \delta}}, \quad (9)$$

де t – час підходу хмари зараженого повітря до об'єкта, год.;

X – відстань від джерела зараження до об'єкта, км.

Приклад розрахунку

Завдання. Оцінити хімічну обстановку на території об'єкта, що утворилася від руйнування ємності, яка містить $Q_0=30$ т хлору на залізничній станції “Сортувальна” на відстані $X=5$ км. Метеоумови: швидкість вітру $V=3$ м/с, температура повітря 0°C . Середня вертикальна стійкість повітря – “Із”. Люди протигазами не забезпечені, час після аварії – 2 години.

Вихідні дані:

Маса СДОР (хлор) $Q_0=30$ т;

Швидкість вітру $V=3$ м/с;

Температура повітря 0°C ;

Відстань $X=5$ км;

Середня вертикальна стійкість повітря “Із” (ізотермія);

Час аварії $N=2$ год.

Згідно з формулою (1): $Q_{\text{д}} = \hat{E}_1 \cdot \hat{E}_3 \cdot \hat{E}_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 30 = 0,74$ т

Згідно з формулою (2):

$$Q_{\text{д}} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d} = \frac{(1 - 0,18) \cdot 0,18 \cdot 1 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot 0,34 \cdot 1 \cdot 30}{0,05 \cdot 1,558} = 7,3$$

Згідно з формулою (3): $\hat{O}_{\text{д}} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4} = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,18 \cdot 1,67} = 0,26$ м.

$N=2$ години – час після аварії

$T_{\text{вип.}}=0,26$ год.

Таким чином виходячи з припущення:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{якщо } N < \hat{O}_{\text{д}} \\ \hat{O}_{\text{д}}^{0,8} & \text{якщо } N \geq \hat{O}_{\text{д}} \end{cases}$$

$$N \geq T_{\text{вип.}}, K_6 = T_{\text{д}}^{0,8} = (0,26)^{0,8} = 0,34$$

Глибина зони зараження первинною хмарою: $\Gamma_1=2,17$ км.

Визначаємо Γ_1 наступним чином: за табл. 6, при швидкості вітру $V=3$ м/с та $Q_{\text{екв.1}} \approx 1$ т (для первинної хмари).

Таблиця 6 – Глибина зон можливого забруднення СДОР (км)

Швидкість, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т									
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	5	10	50	100	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	12,53	19,20	52,67	81,91	363
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	7,2	10,83	28,73	44,09	189
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	5,34	7,96	20,59	31,30	130
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	3,75	5,53	13,88	20,82	83,60
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	3,17	4,49	10,87	16,17	63,16

Примітка.

При швидкості вітру менше за 1 м/с (понад 7 м/с) розміри зон забруднення треба визначити, як при швидкості вітру 1 (7) м/с.

Глибина зони зараження вторинною хмарою: $\Gamma_2=7,96$ км.

Визначаємо Γ_2 аналогічно Γ_1 : за табл. 6, при швидкості вітру $V=3$ м/с та $Q_{\text{екв.2}}=7,3$ т ≈ 10 т (для вторинної хмари).

Згідно з формулою (4): $\Gamma = \Gamma_2 + 0,5 \cdot \Gamma_1 = 7,96 + 0,5 \cdot 2,17 = 9$ км.

Γ_2 – найбільша за розмірами глибина зараження (вторинна хмара);

Γ_1 – найменша, за розмірами глибина зараження (первинна хмара).

Згідно за формулою (5): $\Gamma_{\text{п}} = N \cdot V_{\text{пер.}} = 2 \cdot 18 = 36$ км. Значення Γ порівняємо із значенням $\Gamma_{\text{п}}$, для подальших розрахунків обираємо найменше значення, в нашому випадку $\Gamma < \Gamma_{\text{п}}$, тому $\Gamma = 9$ км.

За даними табл. 7 та власними даними, визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря за прогнозом: ізотермія, $V=3$ м/с.

Таблиця 7 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом

Швидкість вітру, м/с	Ніч		Ранок		День		Вечір	
	Ясно, мінлива хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, мінлива хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, мінлива хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, мінлива хмарність	Суцільна хмарність
До 2	“Ін.”	“Із.”	“Із.(Ін.)”	“Із.”	“К(Із.)”	“Ін.”	“Ін.”	“Із.”
2–3,1	“Ін.”	“Із.”	“Із.(Ін.)”	“Із.”	“Із.”	“Із.”	“Із.”	“Із.”
4 і більше	“Ін.”	“Із.”	“Із.(Ін.)”	“Із.”	“Із.”	“Із.”	“Із.”	“Із.”

Примітки.

1. “Ін.” – інверсія; “Із.” – ізотермія; “К” – конвекція; лутери у дужках – показники у разі снігового покриву.

2. Ранок – час через 2 години після сходу сонця; вечір – час через 2 години після заходу сонця.

Таким чином: Ніч – суцільна хмарність; ранок, день, вечір – ясно, мінлива хмарність та суцільна хмарність.

Згідно з формулою (6):

$$\text{Для первинної хмари: } S_1 = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \tilde{A}_1^2 \cdot \varphi = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot (2,17)^2 \cdot 45 = 1,8 \text{ м}^2;$$

$$\text{Для вторинної хмари: } S_2 = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \tilde{A}_2^2 \cdot \varphi = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot (7,96)^2 \cdot 45 = 25 \text{ м}^2$$

$\varphi=45$ град. – визначено за допомогою табл. 5 при швидкості вітру 3 м/с.

$$\text{Згідно з формулою (7): } S = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \tilde{A}^2 \cdot \varphi = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot (9)^2 \cdot 45 = 32 \text{ м}^2$$

$$\text{Згідно з формулою (8): } S_0 = \hat{E}_8 \cdot \tilde{A}^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot (9)^2 \cdot (2)^{0,2} = 12 \text{ м}^2$$

$$\text{Згідно з формулою (9): } t = \frac{X}{V_{\text{від.}}} = \frac{5}{18} = 0,3 \text{ год.}$$

Висновки

При виникненні осередку хімічного ураження негайно оповіщаються робітники, службовці та населення, які можуть опинитися в зоні зараження і в районах, яким загрожує небезпека. Висилається хімічна та медична розвідка для уточнення місця, часу, типу та концентрації СДОР, визначення межі осередку ураження (зони зараження), та напряду розповсюдження зараженого повітря. Готуються формування для проведення рятувальних робіт. На підставі даних, отриманих від розвідки та інших джерел, начальник ЦЗ об'єкта вирішує, особисто організовує проведення рятувальних заходів щодо ліквідації хімічного зараження, в першу чергу залучаються санітарні дружини, зведені загони (команди, групи), команди знезараження, формування механізації. Спочатку в осередок вводяться санітарні дружини, формування радіаційного та хімічного захисту, охорони громадського порядку та інші.

Особистий склад формувань забезпечується засобами індивідуального захисту, антидотами, індивідуальними протихімічними пакетами.

В осередку хімічного ураження перш за все надається допомога потерпілим (ураженим), проводиться відбір за складністю поранення та організовується евакуація в медичні установи. Осередок ураження оточується, здійснюється знезараження місцевості, транспорту, споруд, а також санітарна обробка особового складу формувань та населення. Формування знезараження дегазують проїзди, територію, споруди, техніку, чим забезпечують дії інших формувань, а також виведення населення із осередку хімічного ураження.

Необхідно пам'ятати, що при проведенні рятувальних робіт в осередку хімічного ураження можливий застій повітря в підземних спорудах, приміщеннях, парках, закритих дворах та тунелях. Тому, після завершення рятувальних робіт особовий склад формувань направляють у пункти спеціальної обробки, які розташовують людей на незараженій території (місцевості) поблизу маршрутів руху формувань та населення.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулаков М. А. Цивільна оборона: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М. А. Кулаков, В. О. Ляпун, В. О. Мягкий та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х: Факт, 2008. – 312 с.
2. Стеблюк М. І. Цивільна оборона: підручник / М. І. Стеблюк. – К.: Знання, 2006. – 487 с.
3. Депутат О. П. Цивільна оборона: навчальний посібник / О. П. Депутат, І. В. Коваленко, І. С. Мужик; за ред. полк. Франчука В. С. – Львів: Афіша, 2000. – 336 с.
4. Кулаков М. А. Практикум з курсу “Цивільна оборона” / М. А. Кулаков, В. О. Ляпун, Н. П. Мандрика та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х: Факт, 2007. – 120 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної та практичної роботи

“Оцінка хімічної обстановки”

з курсу “Цивільний захист”

для студентів усіх форм навчання

усіх факультетів

усіх спеціальностей

Укладачі: БАХАРЄВА Ганна Юріївна

СЕМЕНОВ Євгеній Олександрович

ДОНСЬКИЙ Дмитро Леонідович

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В. В.

Роботу до виконання рекомендував проф. Погрібний М. А.

В авторській редакції

План 2014 р., поз.39

Підп. до друку 08.01.2014. Формат 60×84 1/16. Папір офсет.

Друк – різнографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 0,93

Наклад 50 прим. Зам. № 1-14. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ “ХП”.

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №3657 від 24.12.2009 р.

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня ПП “Технологічний Центр”, 61145, Харків, вул. Шатилова Дача, 4.